

Einsatz-, Lager- und Transportbedingungen für Festo Produkte

Was ist beim Einsatz von Festo Produkten zu beachten?

Die Einhaltung der jeweils angegebenen Grenzwerte der technischen Daten und die Beachtung von Sicherheits-/Hinweisen ist die Voraussetzung für den bestimmungsgemäßen Gebrauch und daher vom Anwender unbedingt zu gewährleisten.

Die Versorgung der Pneumatikkomponenten muss mit ordnungsgemäß aufbereiteter Druckluft, ohne aggressive Medien, erfolgen

→ Seite 5 ff.

Berücksichtigen Sie die Umgebungsbedingungen am Einsatzort. Korrosive, abrasive und staubige Umgebungen (z. B. Wasser, Ozon, Schleifstaub) verkürzen die Lebensdauer des Produkts.

Prüfen Sie die Beständigkeit der Werkstoffe der Festo Produkte bezüglich der eingesetzten bzw. umgebenden Medien → Seite 24.

Beim Einsatz von Festo Produkten in sicherheitsgerichteten Anwendungen sind stets die nationalen und internationalen Gesetze, Vorschriften, z. B. Maschinenrichtlinie, mit den entsprechenden Normverweisen, die Berufsgenossenschaftsregeln sowie die einschlägigen internationalen Regelwerke zu beachten und einzuhalten.

Eigenmächtige Umbauten und Veränderungen an Produkten und Systemen von Festo bedeuten ein Sicherheitsrisiko und sind aus diesem Grund nicht gestattet.

Für daraus resultierende Schäden kann Festo keine Haftung übernehmen.

Nehmen Sie die Beratung von Festo in Anspruch, sobald für den geplanten Einsatz des Produkts einer der folgenden Punkte zutrifft:

- Die Umwelt- und Einsatzbedingungen oder das Betriebsmedium weichen von den angegebenen technischen Daten ab.
- Das Produkt soll eine Sicherheitsfunktion übernehmen.
- Eine Gefahren- oder Sicherheitsanalyse ist erforderlich.
- Bei Unsicherheiten über die Tauglichkeit des Produktes für den geplanten Einsatz.
- Bei Unsicherheiten über die Tauglichkeit des Produktes für den Einsatz in sicherheitsgerichteten Anwendungen.

Alle technischen Angaben entsprechen dem Stand der Drucklegung. Alle in dieser Schrift enthaltenen Inhalte, Texte, Darstellungen, Abbildungen und Zeichnungen sind Eigentum der Festo SE & Co. KG und damit urheberrechtlich geschützt.

Jede wie auch immer geartete Vervielfältigung, Bearbeitung, Übersetzung, Mikroverfilmung sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen ist ohne Zustimmung der Festo SE & Co. KG unzulässig.

Durch den ständigen technischen Fortschritt sind Änderungen vorbehalten.

Lagerbedingungen

Temperatur

Die Temperaturspanne in den Lagerräumen muss ganzjährig zwischen 10 °C bis 40 °C liegen. Schnelle Temperaturwechsel im Lagerraum sind zu vermeiden. Wärmequellen wie Heizkörper, Heizleitungen o. ä. sind bautechnisch so abzuschirmen, dass es zu keiner direkten Bestrahlung des Lagerguts kommt.

UV-Strahlung

Keine direkte Sonneneinstrahlung (Oberlichter, Rauchabzugsklappen, usw.) und kein künstliches Licht mit hohem UV-Anteil. Verwenden Sie, Leuchtstoffröhren mit UV-Schutz.

Umgebungsluft

Eine Luftzirkulation und permanente (anteilige) Zuführung von Außenluft im Lagerraum ist zwingend erforderlich. Verhindern Sie, dass eventuell aus Produktionsprozessen stammende materialbeeinflussende Medien, z. B. Lösungsmittel o. ä. in die Lagerbereiche dringen. Der Lagerort sollte keine ozonerzeugenden Einrichtungen haben, wie z. B. Raumluftionisatoren oder Hochspannungseinrichtungen.

Die relative Luftfeuchtigkeit sollte 75 % nicht übersteigen. Kondensatbildung ist zwingend zu vermeiden.

Staub

Die Teile müssen in geeigneten Behältern gelagert werden. Der Lageraum muss weitestgehend staubfrei sein. Hier ist insbesondere auf ab-

riebfeste, geschlossenporige Bodenbeläge zu achten, sowie die Zuführung von Staubpartikeln aus externen Quellen (Umgebungsluft) zu verhindern.

Bei gebäudetechnischen Reparaturarbeiten im Lager (Schweißen, Flecken, usw.) ist das Lagergut vor Schweißspritzern, Spänen, usw. zu schützen.

Ein-/Auslagerung

Die Teile dürfen keinen extremen Temperaturschwankungen ausgesetzt werden.

Mechanische Einwirkung

Alle Produkte, z. B. auch Ersatzteil-/Verschleißpackungen, sind so zu lagern, dass sie nicht mechanisch verformt oder beschädigt werden, d. h. kein Knicken oder Abbiegen, keine Punktlasten. Auch ein längerer direkter Kontakt von Elastomererzeugnissen mit Kupfer oder Mangan ist aufgrund von Wechselwirkungen zu vermeiden.

Lagerverwaltung

Um eine Überalterung der Teile zu vermeiden ist das First-in-first-out-Verfahren einzuhalten. Die gesamte Lagerdauer ist möglichst kurz zu halten. Grundsätzlich gelten hier die festgelegten Zeiträume der Gewährleistungsfrist.

packung hinreichend Schutz erhalten. Bei Bedarf kann ein Sondertransport, wie z. B. ein temperaturgeführter Transport, organisiert werden. Dieser ist allerdings vertraglich und finanziell gesondert zu vereinbaren.

Transportbedingungen

Grundsätzlich bestehen keine Einschränkungen bzgl. der Umgebungsbedingungen, die bei Land-/See- und Luftfrachttransporten auftreten, solange die Produkte entsprechend Ihrer Vorgaben aus dem Produktdatenblatt durch eine jeweils angepasste Produkt- und Versandver-

Normen in der Pneumatik – Warnsymbole nach IEC 60417

Normen in der Pneumatik

Auch in der Pneumatik hat die Normung ihre Bedeutung. Normung bedeutet Vereinheitlichung (Standardisierung). Normung ist auch die Basis für den freien Handel von Waren und Dienstleistungen zwischen Unternehmen in einem Land aber auch über die Ländergrenzen hinaus.

Normen in der Industrie beschreiben den Stand der Technik. Sie schaffen eine einheitliche Basis für die Beurteilung von technischen Sachverhalten. Für die Pneumatik relevante Normen befassen sich mit Dimensionen, Sicherheit, Qualität. Festo arbeitet seit Jahren in den relevanten nationalen und internationalen Normungsausschüssen aktiv mit.

Pneumatische Antriebe

- Normbasierte Zylinder nach ISO 6432
- Normbasierte Zylinder nach ISO 21287.
- Normbasierte Zylinder nach ISO 15552 (ISO 6431, DIN ISO 6431, VDMA 24562), NFE 49003.1 und UNI 10290.
- Gabelköpfe nach ISO 8140 bzw. DIN 71752
- Gelenkköpfe nach ISO 12240-4, Maßreihe K

Ventile/Ventilinseln

- Ventilinseln für Normventile.
- Magnet- und Pneumatikventile mit Anschlussbild nach ISO 15407-1.
- Ventil-Anschlussplatten nach ISO 15407-1.
- Ventilinseln mit Anschlussbild nach ISO 15407-2.
- Magnet- und Pneumatikventile mit Anschlussbild nach ISO 5599-1.
- Ventilinseln mit Anschlussbild nach DIN ISO 5599-2.
- Ventil-Anschlussplatten mit Anschlussbild nach ISO 5599-1 und Außenabmessungen nach VDMA 24345.
- Magnetventile mit Anschlussbild nach VDI/VDE 3845 (Namur).

Druckluftaufbereitung

- Druckluftqualität nach ISO 8573-1:2010
- Rohrfeder-Manometer nach EN 837-1
- Kapselfeder-Manometer nach EN 837-3
- Druckluftspeicher nach Richtlinie 2014/68/EU, 2014/29/EU bzw. EN 286-1.

Warnsymbole nach IEC 60417

Auf einigen Produkten und Verpackungen von Festo sind Warnsymbole aufgebracht. Diese Symbole kennzeichnen Produkte, für deren Installation besondere Fachkenntnisse notwendig sind. Die Installation dieser Produkte muss von einer Fachkraft übernommen werden, da die Installation mit Risiken verbunden ist.

IEC 60417-6182: Installation, Fachkunde elektrisch



Zur Identifizierung elektrotechnischer Geräte und Produkte. Die Installation des so gekennzeichneten Produkts erfordert besondere elektrotechnische Fachkenntnisse.

IEC 60417-6183: Installation, Fachkunde mechanisch



Zur Identifizierung mechanischer Ausrüstung und Produkte. Die Installation des so gekennzeichneten Produkts erfordert besondere mechanische Fachkenntnisse.

Druckmedien

Druckmedien zum Betrieb von Pneumatik Bauteilen von Festo

Als Druckmedium zum Betrieb von Pneumatik Bauteilen von Festo können Druckluft, Stickstoff in gasförmigem Zustand und Edelgase in gasförmigen Zustand zum Einsatz kommen.

Für die Aufbereitung der Druckmedien gilt es folgendes zu beachten.

Stickstoff (N):

Umgebungsluft besteht aus ca. 78% Stickstoff und 21% Sauerstoff. Stickstoff ist ein inertes Gas und reagiert unter normalen Bedingungen nicht.

Unter Einhaltung folgender Parameter ist der Betrieb unserer Produkte mit reinem Stickstoff (100%) als Druckmedium ohne Einschränkung der Lebensdauer möglich.

- Der eingesetzte Stickstoff muss in gasförmigem Zustand vorliegen
- Hinsichtlich Betriebsdruck, Einsatztemperaturen und Qualität (Partikel, Feuchtigkeit, Ölgehalt) gelten die für Druckluft angegebenen Werte im Datenblatt
- Durchflusssensoren sind nur auf das jeweilige im Datenblatt genannte Betriebsmedium kalibriert, ein Betrieb mit anderen Gasen führt zu falschen Ergebnissen.

Edelgase (Helium (He), Neon (Ne), Argon (Ar), Krypton (Kr), Xenon (Xe)):

Edelgase sind äußerst reaktionsträge und können daher als Betriebsmedien verwendet werden. Helium als leichtestes Edelgas besitzt ein hohes Permeationsvermögen in Kunststoffen und Elastomeren, was Gasverluste bei Betrieb von Pneumatik Komponenten verursachen kann.

Unter Einhaltung folgender Parameter ist der Betrieb unserer Produkte mit Edelgasen als Druckmedien ohne Einschränkung der Lebensdauer möglich.

- Die eingesetzten Edelgase müssen in gasförmigem Zustand vorliegen
- Hinsichtlich Betriebsdruck, Einsatztemperaturen und Qualität (Partikel, Feuchtigkeit, Ölgehalt) gelten die für Druckluft angegebenen Werte im Datenblatt
- Durchflusssensoren sind nur auf das jeweilige im Datenblatt genannte Betriebsmedium kalibriert, ein Betrieb mit anderen Gasen führt zu falschen Ergebnissen

Kohlendioxid (CO₂):

Kohlendioxid CO₂ ist ein farbloses, nicht brennbares Gas, das sich gut in Wasser unter Bildung von Kohlensäure löst. Es findet vielfach Verwendung, beispielsweise als Getränkzusatz in der Lebensmitteltechnologie oder als Schutzgas bei technischen Anwendungen.

Kohlendioxid kann als Betriebsmedium unter Einhaltung folgender Parameter ohne Einschränkung der Lebensdauer in unseren Produkten eingesetzt werden:

- Kohlendioxid muss in gasförmigem Zustand vorliegen.
- Hinsichtlich Betriebsdruck, Einsatztemperaturen und Qualität (Partikel, Feuchtigkeit, Ölgehalt) gelten die für Druckluft angegebenen Werte im Datenblatt.
- Bei Anwendungen mit einem Betriebsdruck > 20 bar darf Kohlendioxid nicht als Betriebsmedium eingesetzt werden.
- Durchflusssensoren sind nur auf das jeweilige im Datenblatt genannte Betriebsmedium kalibriert, ein Betrieb mit anderen Gasen führt zu falschen Ergebnissen.



Achtung

Beim Einsatz von Stickstoff, Kohlendioxid oder Edelgasen als Betriebsmedium ist auf ausreichende Belüftung der betroffenen Räumlichkeiten zu achten (Erstickungsgefahr bei austretendem Betriebsmedium).

Druckmedien

Wasser

Festo Produkte sind in erster Linie für den Betrieb mit Druckluft ausgelegt. Wenn bei Festo Produkten als weiteres mögliches Betriebsmedium Wasser angegeben ist, sind die medienberührenden Werkstoffe prinzipiell für Wasser geeignet. Eine bestimmte Haltbarkeit der Produkte wird damit nicht zugesagt. Im Vergleich zu Luft hat Wasser jedoch einige Eigenschaften, die bei dauerhaftem Betrieb berücksichtigt werden müssen.

- Wasser wirkt korrosionsfördernd.
Speziell bei metallischen Verschraubungen muss darauf geachtet werden, ob der verwendete Werkstoff der Verschraubung elektrochemisch zum Werkstoff des Einschraubgewindes oder ggf. der Dichtringe passt.
- Mögliche Leckage kann bei Wasser schlimmere Folgen haben als bei Druckluft.
Werden Festo Produkte in Kühl- oder Heizkreisläufen verwendet, kann es durch die höhere thermische Beanspruchung zu einem schnelleren Verschleiß oder Setzen von Dichtungen kommen.
Austretendes Wasser als möglicher Fehler im Dauerbetrieb sollte auf die Folgeschäden hin betrachtet werden (z.B. Leerlaufen von Kühlsystemen, Schädigung von elektrischen/elektronischen Komponenten).
- Wasser ist nicht gleich Wasser.
Unter dem hier verwendeten Wasserbegriff wird flüssiges, eisfreies Leitungswasser verstanden. Die Eignung der Produkte für in irgendeiner Form verändertes Wasser wie z.B. entmineralisiertes Wasser, Salzwasser oder Wasser mit Zusätzen sowie Wasser in der Dampfphase muss gesondert angefragt werden.
- Die Eignung der Produkte für Wasser ist nicht – sofern nicht anders vermerkt – im Sinne einer Zulassung für z.B. Trinkwasseranwendungen oder Fußbodenheizungen zu verstehen.
- Wasser ist nicht kompressibel.
Die fehlende Kompressibilität kann bei hydraulischen Systemen z.B. beim Schalten von Ventilen zu Druckspitzen führen. Diese Spitzen dürfen nie höher sein als der für das Produkt zugelassene Druckbereich.

Druckluftaufbereitung

Warum Druckluftaufbereitung?

Eine sachgerechte Druckluftaufbereitung hilft Störungen an pneumatischen Komponenten zu vermeiden. Sie erhöht die Lebensdauer der Komponenten und verringert Maschinenausfall und Stillstandzeiten. Die Prozesssicherheit wird erhöht.

Die Druckluft enthält Verunreinigungen in Form von

- Partikeln,
- Wasser und
- Öl.

Wasser und Öl kann dabei sowohl in flüssiger als auch in gasförmiger Form vorliegen bzw. innerhalb des Druckluftnetzes von der einen in die andere Form übergehen.

Alle drei Verunreinigungen liegen in einem realen Druckluftnetz nicht in Reinform vor, sondern bilden ein Gemisch. Dieses Gemisch kann an verschiedenen Punkten im Netz zu unterschiedlichen Zeitpunkten stark variieren. So kann sich in Stickleitungen z. B. Wasser sammeln oder Partikel können sich über längere Zeit in einem Totraum ablagern und dann durch einen Druckstoß auf einen Schlag weitergerissen werden.

Partikel

Partikel in der Druckluft treten üblicherweise in Form von Stäuben (Ruß, Abrieb, Korrosionsprodukte) auf. Über das Druckluftnetz können gelegentlich auch Metallspäne, z. B. aus Umbauarbeiten, oder Reste von Dichtmitteln, wie z. B. PTFE-Band, in die Druckluft geraten.

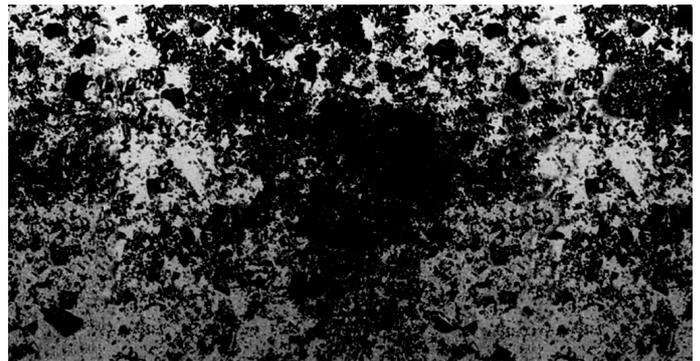
Nach ISO 85731:2010 werden die Partikel in Feinstäube: Größe 0,1 ... 5 µm und Grobstäube: Größe > 5 µm klassifiziert.

Schlecht aufbereitete Druckluft führt zu Störungen wie:

- Schneller Verschleiß von Dichtungen
- Verölte Ventile im Steuerteil
- Verschmutzte Schalldämpfer

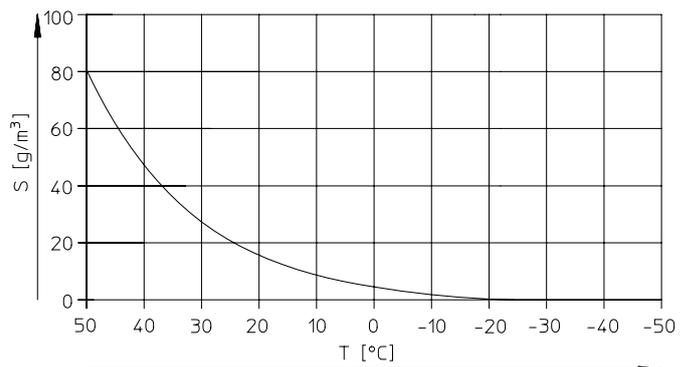
Mögliche Auswirkungen für Anwender und Maschine:

- Geringere Maschinenverfügbarkeit
- Höhere Energiekosten durch Leckage
- Höherer Wartungsaufwand
- Geringere Lebensdauer der Komponenten und Systeme



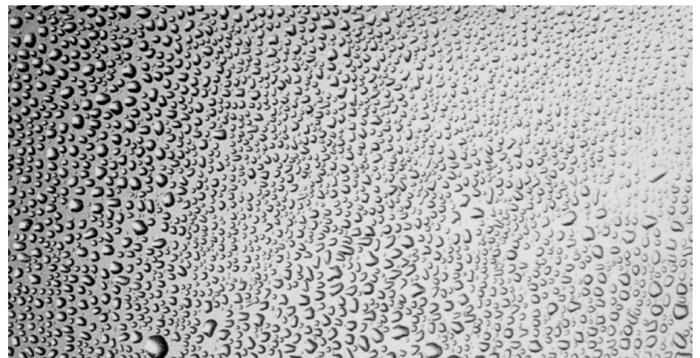
Wassergehalt der Luft S in Abhängigkeit von der Lufttemperatur T

Der maximale Wassergehalt der Luft (100% relative Luftfeuchtigkeit) ist temperaturabhängig. Pro Volumeneinheit (in m³) kann die Luft nur eine bestimmte Wassermenge (in g) aufnehmen, egal welchen Druck sie besitzt. Je wärmer die Luft ist, desto mehr Wasser kann sie aufnehmen. Überschüssige Feuchtigkeit kondensiert aus. Sinkt die Lufttemperatur z. B. von 20 °C auf 3 °C, reduziert sich der maximale Wassergehalt der Druckluft von 18 g/m³ auf 6 g/m³. Die Druckluft kann also nur noch ca. ein Drittel Wasser aufnehmen. Der Rest (12 g/m³) fällt als Tropfen (Tau) aus und muss, soll er keine Störungen verursachen, abgeführt werden.



Wasserkondensation

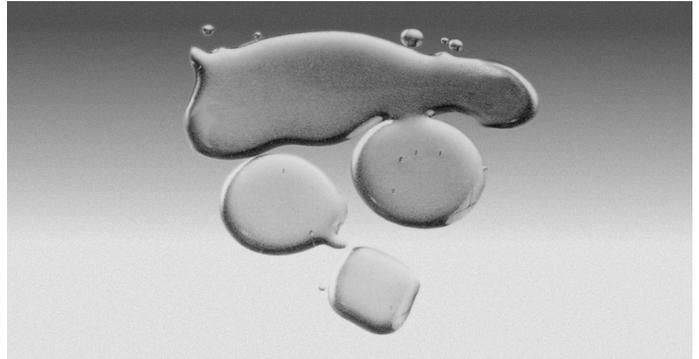
Wasser ist als natürliche Luftfeuchtigkeit immer in der Luft vorhanden. Wasser wird beim Abkühlen der Druckluft in größeren Mengen frei. Trocknung hilft Korrosionsschäden im Druckluftnetz und Funktionsstörungen bei den angeschlossenen Verbrauchern zu vermeiden.



Druckluftaufbereitung

Ölverunreinigung

Auch bei ölfrei arbeitenden Verdichtern sorgen Ölaerosole in der angesaugten Atmosphäre für eine entsprechende Restölbelastung. Dieses Öl ist aber zur Schmierung von Antrieben ungeeignet und kann sogar empfindliche Teile verstopfen.



Wie sauber muss Druckluft sein?

Die Anforderungen geben die Druckluftqualität vor

Die Antwort ist ganz einfach: Die Druckluft muss immer so sauber sein, dass sie keine Störung verursacht oder Beschädigungen hervorruft. Da jeder Filter auch einen Durchflusswiderstand darstellt, sollte die Druckluft aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten auch immer nur so sauber wie nötig sein.

Die breite Anwendungspalette von Druckluft stellt somit die unterschiedlichsten Ansprüche an die Druckluftqualität. Ist eine hohe Druckluftqualität gefordert, sollte in mehreren Stufen gefiltert werden → Seite 9. Würde man sich nur mit einem „feinen“ Filter begnügen, wäre dieser in kurzer Zeit zugesetzt.

Dimensionierung

Hinweis

Geräte am Eingang einer Luftteilung/Luftverteilung sollten hohe Durchflusswerte aufweisen, da sie den Gesamtluftbedarf zur Verfügung stellen müssen.

Weitere Informationen

→ www.festo.com/catalogue/Druckluftaufbereitung

Die Dimensionierung der Wartungsgeräte ist vom Luftverbrauch der Anlage abhängig. Unterdimensionierung führt zu Druckschwankungen und zu verkürzten Filterstandzeiten.

Aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten sollten hohe Luftqualitäten nur dort eingesetzt werden, wo sie auch wirklich benötigt werden. Abzweigmodule zwischen den einzelnen Filterstufen erlauben den Abgriff unterschiedlicher Luftqualitäten.

Funktion von Wartungsgeräten

Druckluft-Filter reinigen die Luft von festen Bestandteilen und Feuchtigkeitströpfchen. Partikel > 40 ... 5 µm (je nach Filterfeinheit) werden durch einen Sinterfilter zurückgehalten. Flüssigkeiten werden mit Hilfe der Zentrifugalkraft abgeschieden. Das in der Filterschale angesammelte Kondensat muss von Zeit zu Zeit entleert werden, da es sonst durch die Luft mitgerissen wird.

Verschiedene Branchen benötigen sehr oft feinstgefilterte Luft. Dazu werden Fein- und Feinstfilter eingesetzt. Feinfilter dienen zur Vorfiltrierung mit 1 µm.

Feinstfilter reinigen die Steuerluft nahezu restlos von den noch in der Druckluft enthaltenen kleinsten Wasser- und Öltröpfchen sowie Schmutzpartikeln. Dabei wird die Druckluft zu 99,999% bezogen auf 0,01 µm ausgefiltert.

Das Druckregelventil hält den Arbeitsdruck (Sekundär-Seite) weitgehend konstant, unabhängig von Druckschwankungen im Netz (Primär-Seite) und vom Luftverbrauch. Der Eingangsdruck muss immer höher sein als der Arbeitsdruck.

Der Druckluft-Öler hat die Aufgabe, wenn notwendig, Pneumatik Elemente ausreichend mit Schmiermittel zu versorgen. Das Öl wird aus dem Vorratsbehälter angesaugt und durch Berührung mit der strömenden Luft zerstäubt. Der Öler beginnt erst dann zu arbeiten, wenn eine genügend große Strömung vorhanden ist.

Druckluftaufbereitung

Geölte Druckluft

Bei geölter Druckluft sind folgende Hinweise zu beachten:

- Verwenden Sie das Spezialöl OFSW-32 von Festo oder die im Katalog aufgeführten Alternativen (entsprechend DIN 51524-HLP 32, Viskosität 32 cSt bei 40 °C).
- Bei geölter Druckluft darf die Zusatzölung 25 mg/m³ nicht überschreiten (ISO 8573-1:2010). Die nach dem Kompressor aufbereitete Druckluft muss der Qualität ungeölter Druckluft entsprechen.
- Der Betrieb mit geölter Druckluft führt zum „Auswaschen“ der für den ölfreien Betrieb notwendigen Lebensdauerschmierung. Dies kann zu Funktionsstörungen führen, wenn nach geöltem Betrieb wieder auf ungeöltem Betrieb umgestellt wird.
- Die Öler sollten, wenn möglich, immer nur direkt vor den verbrauchenden Zylinder installiert werden und nicht die gesamte Anlage mit geölter Luft gefahren werden.
- Nie die Anlage überölen! Für den Nachweis der richtigen Ölereinstellung kann folgend beschriebener „Ölbildtest“ durchgeführt werden: An der Abluftbohrung (ohne Schalldämpfer) eines Arbeitsventils des am weitesten entfernten Zylinders wird im Abstand von 10 cm ein

Stück weißer Karton gehalten. Lässt man die Anlage einige Zeit durchtackten, so darf sich auf dem Karton nur eine leichte gelbliche Färbung zeigen. Abtropfendes Öl ist ein deutlicher Beweis für eine Überölung.

- Ein weiteres Indiz für Überölung ist die Färbung bzw. Zustand der Abluftschalldämpfung. Eine deutliche Gelbfärbung und Öltropfen signalisieren eine zu starke Ölereinstellung.
- Unsaubere oder falsch geölte Druckluft verkürzt die Lebensdauer der Pneumatik Elemente.
- Wartungseinheiten sind bezüglich der Kondensat- und Ölereinstellung mindestens zweimal pro Woche zu kontrollieren. Dies sollte in den Wartungsplan der Maschine mit aufgenommen werden.
- Aus Gründen des Umweltschutzes sollte versucht werden, ohne zusätzliche Schmierung auszukommen. Festo Pneumatik Ventile und Zylinder sind so konstruiert, dass sie bei den zugelassenen Einsatzbedingungen keine zusätzliche Schmierung benötigen und trotzdem eine hohe Lebensdauer garantiert ist.

Ölgehalt

Hier muss zwischen Restöl bei ungeöltem Betrieb und Zusatzöl bei geöltem Betrieb unterschieden werden.

Ungeölter Betrieb:

Untersuchungen über Restölgehalte in der Druckluft haben gezeigt, dass die unterschiedlichen Ölsorten zu völlig verschiedenen Auswirkungen führen. Aus diesem Grund muss bei der Bewertung des Restölgehaltes unterschieden werden in:

- Bioöle: Öle, die auf Basis synthetischer Ester oder nativer Ester (z. B. Rapsölmethylester) aufgebaut sind. Hier darf der Restölgehalt von maximal 0,1 mg/m³ nicht überschritten werden.

Dies entspricht ISO 8573-1:2010 Klasse 2

→ www.festo.com/catalogue/Druckluftaufbereitung.

Größere Ölmengen führen bei O-Ringen, Dichtungen und anderen Teilen (z. B. Filterschalen) von Geräten pneumatischer Einrichtungen zu Schäden, die einen frühzeitigen Ausfall der Produkte zur Folge haben können.

- Mineralöle (z. B. Öle HLP nach DIN 51524 Teil 2) oder entsprechende Öle auf Basis von Polyalphaolefinen PAO. Hier darf der Restölgehalt von max. 5 mg/m³ nicht überschritten werden. Dies entspricht ISO 8573-1:2010 Klasse 4 → www.festo.com/catalogue/Druckluftaufbereitung.

Ein höherer Restölgehalt kann unabhängig vom Kompressorenöl grundsätzlich nicht zugelassen werden, da sonst der Grundschmierstoff mit der Zeit ausgewaschen wird. Dies kann zu Funktionsstörungen führen.

Feuchte

Drucktaupunkt max. 3 °C.

Entspricht ISO 8573-1:2010 mind. Klasse 4

→ www.festo.com/catalogue/Druckluftaufbereitung.

Hinweis

Der Drucktaupunkt muss min. 10 K niedriger als die Mediumtemperatur sein, da es sonst zu einem Vereisen der expandierten Druckluft kommt.

Geeignete Ölsorten

Spezialöl in 1-l-Gebinde:

Bestellcode: OFSW-32

Feststoffe

Zulässige Partikelbelastung max. 10 mg/m³, Teilchengröße max. 40 µm.

Entspricht ISO 8573-1:2010 Klasse 7

→ www.festo.com/catalogue/Druckluftaufbereitung.

Hinweis

Optimale Druckluftaufbereitung und dadurch weniger Maschinenausfälle und höhere Prozesssicherheit. Siehe dazu:

Druckluftqualitätsanalyse → www.festo.com

Druckluftaufbereitung

Reinheitsklassen für Partikel nach ISO 8573-1:2010

Klasse	Maximale Anzahl Teilchen pro m ³ in Abhängigkeit von der Teilchengröße d		
	0,1 µm < d ≤ 0,5 µm	0,5 µm < d ≤ 1,0 µm	1,0 µm < d ≤ 5,0 µm
0	Entsprechend der Spezifikation durch den Nutzer oder Anbieter von Geräten und strenger als Klasse 1		
1	≤ 20000	≤ 400	≤ 10
2	≤ 400000	≤ 6000	≤ 100
3	Nicht spezifiziert	≤ 90000	≤ 1000
4	Nicht spezifiziert	Nicht spezifiziert	≤ 10000
5	Nicht spezifiziert	Nicht spezifiziert	≤ 100000
<hr/>			
Klasse	Massenkonzentration C _p [mg/m ³]		
6 ¹⁾	0 < C _p ≤ 5		
7 ¹⁾	5 < C _p ≤ 10		
X	C _p > 10		

- 1) Für die Druckluftversorgung von Industriewerkzeugen und mit pneumatischer Kraft arbeitenden Maschinen wird herkömmlicherweise mittels Universalfiltern, die für Partikelgrößen von 5 µm (Klasse 6) bzw. 40 µm (Klasse 7) ausgelegt sind, gereinigte Luft verwendet. Diese Auslegungen wurden viele Jahre lang verwendet, bevor die neuesten Systeme zur Messung von Partikelgrößen entwickelt wurden, und haben einen zufriedenstellenden Betrieb ermöglicht, während die Druckverluste (und somit Leistungsverluste) auf ein Mindestmaß beschränkt wurden. Die Filtration erfolgt nicht zu 100 %, vielmehr besitzen die Filter eine Effizienz von mindestens 95 % bezogen auf die spezifizierte Partikelgröße; d. h. bei Klasse 6 werden 95 % aller Partikel der Größe 5 µm, bei Klasse 7 werden 95 % aller Partikel der Größe 40 µm gefiltert (gemessen gemäß ISO 125003).

Reinheitsklassen für Feuchtigkeit und flüssiges Wasser nach ISO 8573-1:2010

Klasse	Drucktaupunkt
	[°C]
0	Entsprechend der Spezifikation durch den Nutzer oder Anbieter von Geräten und strenger als Klasse 1
1	≤ -70
2	≤ -40
3	≤ -20
4	≤ +3
5	≤ +7
6	≤ +10
<hr/>	
Klasse	Konzentration von flüssigem Wasser C _w [g/m ³]
7	C _w ≤ 0,5
8	0,5 < C _w ≤ 5
9	5 < C _w ≤ 10
X	C _w > 10

Reinheitsklassen für Gesamtgehalt an Öl nach ISO 8573-1:2010

Klasse	Gesamtkonzentration von Öl (flüssig, Aerosol und Dampf)
	[mg/m ³]
0	Entsprechend der Spezifikation durch den Nutzer oder Anbieter von Geräten und strenger als Klasse 1
1	≤ 0,01
2	≤ 0,1
3	≤ 1
4	≤ 5
X	> 5

Druckluftaufbereitung

Druckluftqualität in der Anwendung

Bezeichnung nach ISO 8573-1:2010 [Partikel:Wasser:Öl]

Die über Druckluftaufbereitung erreichbare Klasse hängt von der Qualität der Druckluft nach dem Kompressor ab. Die Angaben gelten für typische Druckluftnetze und erheben nicht den Anspruch auf Vollständigkeit.

Luftaufbereitung zentral		Luftverteilung	Luftaufbereitung dezentral		Typische Anwendungen
Komponente	Klasse	Klasse	Komponente	Klasse ³⁾	
Kompressor	[-:-:-]	[-:-:-]	Wasserabscheider	[-:7:4]	Alle Anwendungen bei denen nahezu kondensatfreie Druckluft erforderlich ist. Keine definierte Partikelfilterung.
Kompressor + Vorfilter + Trockner	[7:4:4] ¹⁾	[-:4:-] ²⁾	Filter 40 µm	[7:4:4]	Betriebsmedium für Ventile, Zylinder, Sekundärverpackung (Standard)
			Filter 5 µm	[6:4:4]	Servopneumatisches Positionieren mit Proportional-Wegeventilen, Druckluftwerkzeuge
			Filter 5 + 1 µm	[5:4:3]	Anwendungen mit einem Restölgehalt < 0,5 mg/m ³ , Textilindustrie, Luftspinnmaschinen, Papierindustrie
			Filter 5 + 1 + 0,01 µm	[1:4:2]	Anwendungen mit einem Restölgehalt < 0,01 mg/m ³ , z. B. Luftlager, Lackieren, Pulverbeschichten
			Filter 5 + 1 + 0,01 µm + Aktivkohlefilter	[1:4:1]	Anwendungen mit einem Restölgehalt < 0,003 mg/m ³ , Reduzierung von Öldämpfen und Gerüchen, Optische Instrumente, Sperrluft für Glasmaßstäbe/Laser, Primärverpackung
			Filter 5 + 1 + 0,01 µm + Aktivkohlefilter + Membrantrockner	[1:3:1]	Halbleiterindustrie, Pharmazeutische Produkte
			Filter 5 + 1 µm + Adsorptionstrockner	[2:2:2]	Anwendungen im Tieftemperaturbereich, Trockene Prozessluft, Pulvertransport, Nahrungsmittelherstellung [1:2:1]

1) Bei geeigneter Luftaufbereitung nach Kompressor auch deutlich bessere Klassen möglich.

2) Rohrleitungssysteme können Partikelgehalt der Druckluft erhöhen (Späne, Rost, ...), flüssiges Öl kann sich in manchen Pfaden der Druckluftverteilung aufkonzentrieren. Angaben gelten bei normaler Raumtemperatur. Unterliegen Teile des Druckluftnetzes geringeren Temperaturen, muss die Feuchtekategorie so gewählt werden, dass der Drucktaupunkt um 10 K unter der minimal zu erwartenden Temperatur liegt.

3) Klasse nach ISO 8573-1:2010 bei Raumtemperatur 20 °C

Definition der Druckluftreinheitsklasse nach ISO 8573-1:2010

Die Qualität der Druckluft wird durch

- feste Verunreinigungen (Partikel),
 - Feuchtigkeit und Wasser und
 - Ölgehalt
- bestimmt.

Die Luftreinheitsklasse wird folgendermaßen angegeben:

A = Partikel

B = Feuchte

C = Ölgehalt

Beispiel:

ISO 8573-1:2010 [-:7:-]

Partikel: nicht definiert

Feuchtigkeit: ≤ 0,5 g/m³

Ölgehalt: nicht definiert

Einsatzbedingungen für Ventile

Druckluftqualität

Pneumatikventile von Festo können unter normalen Einsatzbedingungen sowohl mit geölter als auch ungeölter Druckluft betrieben werden. Sollte in besonderen Fällen eine abweichende Druckluftqualität erforderlich sein, so ist dies aus den technischen Daten des jeweiligen Produktes ersichtlich.

Der ölfreie Betrieb wird durch die Wahl der verwendeten Werkstoffpaarungen, die geometrische Gestaltung der dynamischen Dichtungen sowie die ab Werk versehene Grundschmierung ermöglicht.

Bei folgenden Einsatzbedingungen ist ein ölfreier Betrieb nicht möglich:

- Wurden die Ventile einmal mit geölter Druckluft betrieben, ist unbedingt zu beachten, dass für den weiteren Einsatz stets geölte Druckluft erforderlich ist, da eine Zusatzölung die Grundschmierung auswäscht.
- Erforderlich ist jedoch auf alle Fälle eine Filterfeinheit, die Verunreinigungen bis 40 µm abscheidet (Standardausführung der Filterpatrone).

Für besondere Anwendungsfälle kann feinst gefilterte Druckluft notwendig sein.

Nennweite

Die Nennweite gibt Aufschluss über den kleinsten Querschnitt im Hauptstrom des Ventiles, sie gibt den Durchmesser eines gedachten Kreises an und wird in mm ausgedrückt.

Sie ist eine Größe, die nur begrenzt einen Vergleich verschiedener Elemente zulässt. Für Produktvergleiche ist auch der Normalnennendurchfluss zu beachten.

Normalnennendurchfluss

Der Normalnennendurchfluss q_n ist die bei Festo verwendete Durchflusskenngröße eines Gerätes oder Bauteiles in l/min.

Der Normalnennendurchfluss q_n ist der auf Normbedingungen (nach DIN 1343) bezogene Durchfluss unter folgenden Messbedingungen:

- Prüfmedium Luft
- Temperatur 20 ± 3 °C (Mediumstemperatur)
- Prüfgegenstand bei Raumtemperatur
- Die einzustellenden Drücke sind für Bauteile mit konstantem Querschnitt (z. B. Wegeventile):
Eingangsdruck $p_1 = 6$ bar
Ausgangsdruck $p_2 = 5$ bar

Normbedingungen nach DIN 1343:

- $t_n = 0$ °C (Normtemperatur)
- $p_n = 1,013$ bar (Normdruck)

Ausnahme 1:
Schalldämpfer
Eingangsdruck $p_1 = 6$ bar
Ausgangsdruck $p_2 = p_{amb}$
 $p_{amb} =$ atmosphärischer Druck

Ausnahme 2:
Niederdruckelemente
Eingangsdruck $p_1 = 0,1$ bar
Ausgangsdruck $p_2 = p_{amb}$

Ausnahme 3:
Für Druck-Regelventile:
Eingangsdruck $p_1 = 10$ bar (konstant) und Ausgangsdruck $p_2 = 6$ bar bei $q = 0$ l/min werden am Prüfgegenstand eingestellt. Anschließend wird der Durchfluss mit Hilfe des Drosselventils langsam und stetig gesteigert bis der Ausgangsdruck auf den Wert $p_2 = 5$ bar einbricht. Der sich dabei ergebende Durchfluss wird gemessen.

Einsatzbedingungen für Ventile

Druck und Druckbereiche

Druck

Kraft pro Fläche. Es ist zwischen Differenzdruck gegen die Atmosphäre und dem Absolutdruck zu unterscheiden. Druckangaben für pneumatische Geräte sind grundsätzlich als Differenzdruck gegen die Atmosphäre zu verstehen, sofern nichts anderes ausdrücklich gesagt ist.

Formelzeichen:

- Differenzdruck gegen Atmosphäre p
- Absolutdruck p_{abs}

Einheit:

- bar
- MPa
- psi

1 bar = 0,1 MPa = 14,5 psi

Betriebsdruck

Angabe in Verbindung mit „max.“ oder „max. zulässig“ gibt an, bis zu welchem Maximaldruck ein Element oder System sicher betrieben werden kann.

Betriebsdruckbereich

Dies ist der Bereich zwischen dem niedrigsten erforderlichen und dem höchsten zulässigen Betriebsdruck für den sicheren Betrieb eines Elementes oder Systems. Dieser Druckbereich wird in der Pneumatik auch als Arbeitsdruckbereich bezeichnet.

Steuerdruckbereich

Bereich zwischen niedrigstem erforderlichem und höchstem zulässigem Steuerdruck für die einwandfreie Funktion eines Ventils oder Systems. Genormt wurden nach ISO 4399 z. B. folgende Drücke: 2,5; 6,3; 10; 16; 40 und 100 bar.

Abfalldruck

Druck, bei dessen Unterschreiten ein monostabiles Wegeventil durch seine Feder wieder die Ruhestellung einnimmt.

Absolutdruck

In einem völlig luftleeren Raum (100% Vakuum) herrscht der Druck 0. Drücke, die von diesem theoretischen Nullpunkt an gerechnet werden, sind Absolutdrücke.

Ansprechdruck

Druck, bei welchem ein Wegeventil betätigt wird. Katalogangaben zum Ansprechdruck sind so zu verstehen, dass dieser Mindestdruck am Signaleingang anliegen muss, um das Ventil sicher zu schalten.

Anschlussbezeichnungen von Pneumatikelementen nach ISO 5599

Bezeichnungen von Anschlüssen	durch Ziffern nach ISO 5599 (5/2- und 5/3-Wegeventile)	
		durch Buchstaben ¹⁾
Druckluftanschluss	1	P
Arbeitsanschlüsse	2	B
	4	A
		C
Entlüftungen	3	S
	5	R
		T
Steueranschlüsse (Signal)	10 ²⁾	Z ²⁾
	12	Y
	14	Z
Steuerluft-Anschlüsse (Energieversorgung)	81 (12)	
	81 (14)	
Vorsteuerentlüftungen	83 (82)	
	83 (84)	
Leckanschlüsse		L

1) noch häufig in der Praxis angetroffen

2) löscht das Ausgangssignal

Einsatzbedingungen für Antriebe

Druckluftqualität

Pneumatische Antriebe von Festo können unter normalen Einsatzbedingungen sowohl mit geölter als auch mit ungeölter, getrockneter Druckluft betrieben werden. Sollte in besonderen Fällen eine abweichende Druckluftqualität erforderlich sein, so ist dies aus den technischen Daten des jeweiligen Produktes ersichtlich. Der ölfreie Betrieb wird durch die Wahl der verwendeten Werkstoffe und Werkstoffpaarungen,

die geometrische Gestaltung der dynamischen Dichtungen sowie die ab Werk versehene Grundschmierung ermöglicht.

Bei folgenden Einsatzbedingungen ist ein ölfreier Betrieb nicht möglich: Wurden die Antriebe einmal mit geölter Druckluft betrieben, ist unbedingt zu beachten, dass für den weiteren Einsatz stets geölte Druckluft erforderlich ist, da eine Zusatzölung die Grundschmierung auswäscht.

Umgebungsbedingungen

Berücksichtigen Sie die Umgebungsbedingungen am Einsatzort. Korrosive, abrasive und staubige Umgebungen (z. B. Wasser, Ozon, Schleifstaub) verkürzen die Lebensdauer des Produkts.

Prüfen Sie die Beständigkeit der Werkstoffe der Festo Produkte bezüglich der eingesetzten bzw. umgebenden Medien → Seite 24.

Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Pneumatische Antriebe dienen zur Umsetzung von Druck- in Bewegungsenergie, wobei Kräfte übertragen und weitergeleitet werden. Die Verwendung als Feder- oder Dämpfungselement zählt nicht zum bestimmungsgemäßen Gebrauch; dabei treten zusätzliche Belastungen auf.

Frequenz

Werden Pneumatische Antriebe mit maximal möglicher Geschwindigkeit betrieben, sind zwischen den Hubbewegungen Pausenzeiten zu berücksichtigen.

Einbaulage

Die Einbaulage ist bei Antrieben von Festo grundsätzlich beliebig. Sind Einschränkungen oder besondere Vorkehrungen notwendig, so ist dies aus den technischen Daten des jeweiligen Produktes ersichtlich.

Betriebsdruck

Angabe in Verbindung mit „max.“ oder „max. zulässig“ gibt an, bis zu welchem Maximaldruck ein Antrieb oder System sicher betrieben werden kann.

Betriebsdruckbereich

Dies ist der Bereich zwischen dem niedrigsten erforderlichen und dem höchsten zulässigen Betriebsdruck für den sicheren Betrieb eines Elementes oder Systems. Dieser Druckbereich wird in der Pneumatik auch als Arbeitsdruckbereich bezeichnet.

Nutzkraft bei einfachwirkenden Zylindern

Für die effektive Nutzkraft der Zylinder muss die zulässige Abweichung der Federkräfte nach DIN 2095 Gütegrad 2 berücksichtigt werden. Zusätzlich wird die Nutzkraft um den Betrag der Reibkräfte reduziert. Die Reibung ist von der Einbaulage und der Belastungsart abhängig. Querkräfte erhöhen die Reibung.

Die Reibkraft muss kleiner als die Federrückzugskraft sein. Einfachwirkende Zylinder sind möglichst ohne Querkräfte zu betreiben.

Einsatzbedingungen für Antriebe

Zulässige Hubabweichungen bei Normzylindern

Nach ISO 15552 (entspricht den zurückgezogenen Normen ISO 6431, DIN ISO 6431, VDMA 24562, NFE 49003.1, UNI 10290), ISO 6432 und ISO 21287 kann die Hublänge durch die Fertigungstoleranzen von der angegebenen Hublänge abweichen. Es sind immer Plus-toleranzen. Die genauen zulässigen Abweichungen entnehmen Sie der Tabelle.

Norm	Kolben- \varnothing [mm]	Hublänge [mm]	Zulässige Hubabweichung [mm]
ISO 6432	8, 10, 12, 16, 20, 25	0 ... 500	+1,5
ISO 15552	32	0 ... 500	+2
	40, 50	500 ... 12500	+3,2
	63	0 ... 500	+2
	80, 100	500 ... 12500	+4
	125, 160	0 ... 500	+4
	200, 250, 320	500 ... 2000	+5
ISO 21287	20, 25	0 ... 500	+1,5
	32, 40, 50	0 ... 500	+2
	63, 80, 100	0 ... 500	+2,5



Hinweis

Bei größeren, als in der Tabelle angegebenen Hublängen, sind die Toleranzen zwischen Hersteller und Anwender zu vereinbaren.

Berührungslose Positionserkennung

Bei Pneumatischen Antrieben von Festo mit berührungsloser Positionserkennung befindet sich ein Permanentmagnet auf dem Zylinderkolben, über dessen Magnetfeld Näherungsschalter berührungslos betätigt werden. Mit Näherungsschaltern lassen sich die Endlagen oder Zwischenstellungen des Zylinders abfragen. An einem Zylinder können ein oder mehrere Näherungsschalter festgeklemmt werden, direkt oder mit Befestigungsbausätzen.



Kolbendurchmesser



Mit diesem Pictogramm wird der Kolben- \varnothing angegeben. In Maßtabellen steht für Kolben- \varnothing nur \varnothing .

Druck-Kraft-Tabelle

Kolbenkraft [N] ∅	Betriebsdruck [bar]							
	1	2	3	4	5	6	7	8
2,5	0,4	0,9	1,3	1,8	2,2	2,7	3,1	3,5
3,5	0,9	1,7	3,8	3,5	4,3	5,2	6,1	6,9
5,35	2	4	6,1	8,1	10,1	12,1	14,2	16,2
6	2,5	5,1	7,6	10,2	12,7	15,3	17,8	20,4
8	4,5	9	13,6	18,1	22,6	27,1	31,7	36,2
10	7,1	14,1	21,2	28,3	35,3	42,4	49,5	56,5
12	10,2	20,4	30,5	40,7	50,9	61,0	71,3	81,4
16	18,1	36,5	54,3	72,4	90,5	109	127	145
20	28,3	56,5	84,8	113	141	170	198	226
25	44,2	88,4	133	177	221	265	309	353
32	72,4	145	217	290	362	434	507	579
40	113	226	339	452	565	679	792	905
50	177	353	530	707	884	1060	1240	1410
63	281	561	842	1120	1400	1680	1960	2240
80	452	905	1360	1810	2260	2710	3170	3620
100	707	1410	2120	2830	3530	4240	4950	5650
125	1100	2210	3310	4420	5520	6630	7730	8840
160	1810	3620	5430	7240	9050	10900	12700	14500
200	2830	5650	8480	11300	14100	17000	19800	22600
250	4420	8840	13300	17700	22100	26500	30900	35300
320	7240	14500	21700	29000	36200	43400	50700	57900

Kolbenkraft [N] ∅	Betriebsdruck [bar]						
	9	10	11	12	13	14	15
2,5	4	4,4	4,9	5,3	5,7	6,2	6,6
3,5	7,8	8,7	9,5	10,4	11,3	12,1	13
5,35	18,2	20,2	22,2	24,3	26,3	28,3	30,3
6	22,9	25,4	28	30,5	33,1	35,6	38,2
8	40,7	45,2	49,8	54,3	58,8	63,3	67,9
10	63,6	70,7	77,8	84,8	91,9	99	106
12	91,6	101	112	122	132	143	153
16	163	181	199	217	235	253	271
20	254	283	311	339	368	396	424
25	398	442	486	530	574	619	663
32	651	724	796	869	941	1010	1090
40	1020	1130	1240	1360	1470	1580	1700
50	1590	1770	1940	2120	2300	2470	2650
63	2520	2810	3090	3370	3650	3930	4210
80	4070	4520	4980	5430	5880	6330	6790
100	6360	7070	7780	8480	9190	9900	10600
125	9940	11000	12100	13300	14400	15500	16600
160	16300	18100	19900	21700	23500	25300	27100
200	25400	28300	31100	33900	36800	39600	42400
250	39800	44200	48600	53000	57400	61900	66300
320	65100	72400	79600	86900	94100	101000	109000

Die Kolbenkraft F kann nach folgenden Formeln aus der Kolbenfläche A, dem Betriebsdruck p und der Reibung R ermittelt werden:

$$F = p \cdot A - R$$

$$F = p \cdot 10 \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} - R$$

p = Betriebsdruck [bar]

d = Kolben-∅ [cm]

R = Reibung ~10% [N]

A = Kolbenfläche [cm²]

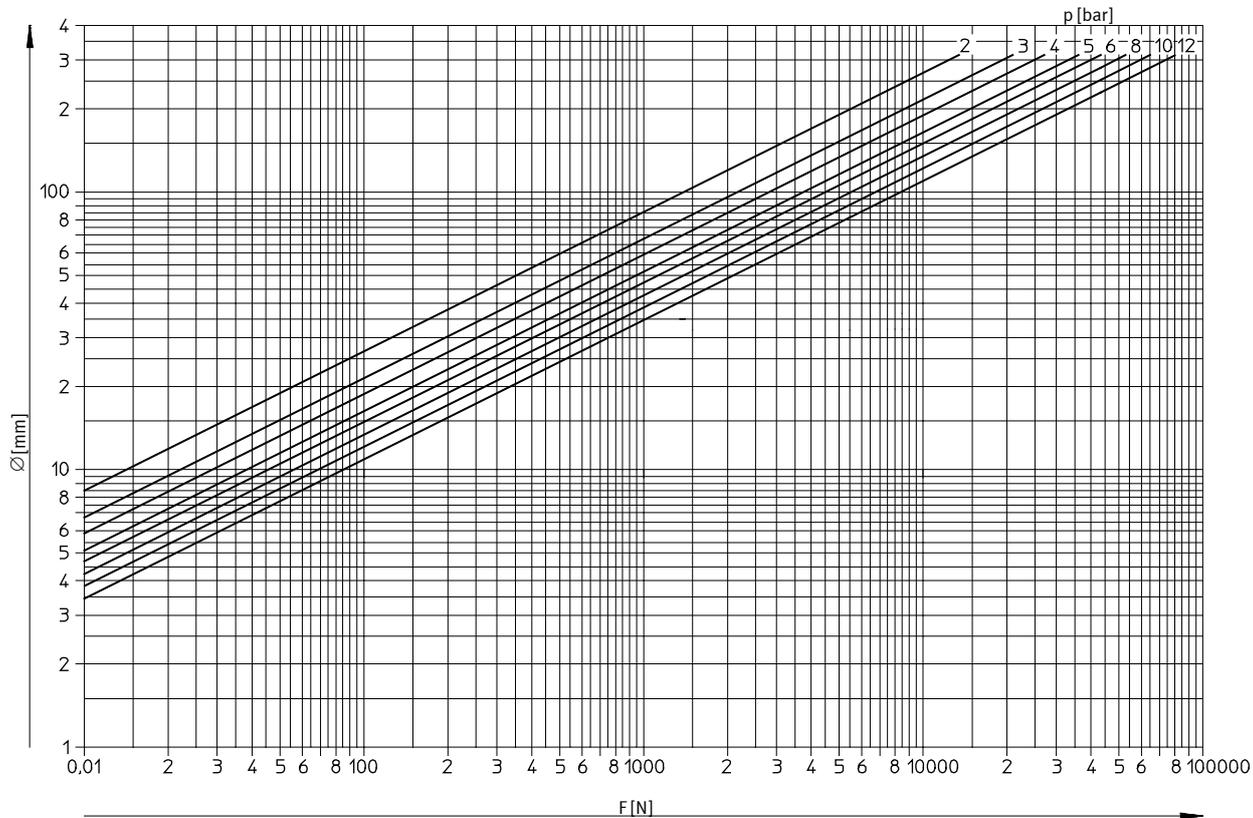
F = effektive Kolbenkraft [N]

Softwaretool ProPneu zur Dimensionierung finden Sie auf der DVD und auf www.festo.com

Druck-Kraft-Diagramm

Betriebsdruck p in Abhängigkeit vom Kolben- \varnothing und der Kraft F

Die Reibungskraft ist mit ca. 10% berücksichtigt



Gegeben:

Belastung 800 N

Verfügbarer Netzdruck 6 bar

Gesucht:

Erforderlicher Kolben- \varnothing

Einzustellender Betriebsdruck

Vorgehensweise:

Von $F = 800$ N senkrecht nach oben bis zum Schnitt mit der 6-bar-Linie.

Der nächstgrößere lieferbare Kolben- \varnothing von 50 mm liegt zwischen den

Linien für 4 und 5 bar, also einzustellender Betriebsdruck ca. 4,5 bar.

Für die Auswahl von Pneumatischen Antrieben sind in erster Linie die zu überwindenden Kräfte und Wege bestimmend. Die Kolbenkraft wird zu einem geringen Prozentsatz für die Überwindung der Reibung verbraucht, der Rest für die Belastung.

Es können nur Richtwerte wiedergegeben werden, da die Reibungskraft von sehr vielen Faktoren abhängig ist (Schmierung, Betriebsdruck, Gegendruck, Dichtungsform usw.). Der Gegendruck erzeugt eine in Gegenrichtung wirkende Kraft, welche die Nutzkraft zum Teil aufhebt und besonders bei Abluftdrosselung oder durch Stau im Abluftanschluss auftritt.

Luftverbrauch

Engineering Tool "Luftverbrauch von Zylindern"

Das Engineering Tool „Luftverbrauch von Zylindern“ ermittelt den Luftverbrauch eines Zylinders (Richtwert) unter Berücksichtigung folgender Bedingungen:

- Funktionsweise des Zylinders
- Kolben-Ø
- Anzahl der Zyklen
- Hublänge
- Betriebsdruck

Dieses Tool finden Sie online unter Produkte im Bereich Digitale Engineering Tools.

Berechnung mit Hilfe der Auslegungssoftware

Gegeben:

Zylinder: DNC-32-500

Kolben-Ø: 32 mm

Kolbenstangen-Ø: 12 mm

Hublänge: 500mm

Betriebsdruck: 6bar

Anzahl Zyklen pro Minute: 60 1/min

Gesucht:

Luftverbrauch

Ergebnis:

Nach Eingabe der Parameter ergeben sich folgende Werte für den Luftverbrauch:

pro Zyklus: 5,23 l

pro Minute: 314,03 l

Cylinder Air Consumption

The screenshot shows the 'Cylinder Air Consumption' tool interface. On the left, there are input fields for:

- Operating mode: single acting, pulling
- Size: 32 mm
- Stroke: 500 mm
- Inside tubing diameter: 2 mm
- Length: 100 mm
- Number of cycles: 60 1/min

 Below these is a diagram of a cylinder and an 'Add' button. A note states: '* NOTE: Using estimated piston rod diameter of 12 mm.'

 On the right, the results are displayed:

- Air Consumption: 0 m³ per Minute, 0 m³ per day, 0 m³ per Year
- Energy Costs: 0.02 € per day (Price: 0.02 €/m³, Energy Saving: on)
- Utilization: Working pressure 6 bar, Working hours per day 8 h, Working days per year 200 d
- Selected cylinders and their air consumption table:

Op. Mode	Size [mm]	Stroke/Length [mm]	Pressure [bar]	Number of cycles [1/min]	Air Consumption per Cycle [l]	Air Consumption per Minute [l]
single acting, pulling	32	500	6	60	5.23	314.03

Berechnung mit Hilfe der Formel

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot (d1^2 - d2^2) \cdot h \cdot (p + 1) \cdot 10^{-6}$$

Q = Luftverbrauch [l] pro cm Hub

d1 = Kolben-Ø [mm]

d2 = Stangen-Ø [mm]

h = Hub [mm]

p = Betriebsdruck, relativ [bar]

Vorhub:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot (32\text{mm})^2 \cdot 500\text{mm} \cdot (6\text{bar} + 1\text{bar}) \cdot 10^{-6}$$

$$Q = 2,815 \text{ l}$$

Rückhub:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot ((32\text{mm})^2 - (12\text{mm})^2) \cdot 500\text{mm} \cdot (6\text{bar} + 1\text{bar}) \cdot 10^{-6}$$

$$Q = 2,419 \text{ l}$$

Luftverbrauch pro Zyklus:

$$Q = 2,815 \text{ l} + 2,419 \text{ l} = 5,234 \text{ l}$$

Pneumatik und Explosionsschutz – ATEX

Was bedeutet ATEX?

Im Bereich der chemischen und petrochemischen Industrie kann es aufgrund verfahrenstechnischer Abläufe immer wieder zum Auftreten explosionsfähiger Atmosphären kommen. Sie werden z. B. durch austretende Gase, Dämpfe oder Nebel hervorgerufen. Auch in Mühlen, Silos, Zucker- und Futtermittelfabriken muss mit dem Auftreten von explosionsfähigen Atmosphären durch Staub-Sauerstoff-Gemische gerechnet werden.

Daher unterliegen elektrische und seit dem 01.07.2003 auch nichtelektrische Geräte in explosionsgefährdeten Bereichen einer besonderen Richtlinie, der Richtlinie 2014/34/EU.

ATEX - Die Richtlinie 2014/34/EU

ATEX steht für „Atmosphère explosive“.

- Die **Richtlinie 2014/34/EU** enthält die grundlegenden Sicherheitsanforderungen für Geräte und Schutzsysteme, die in explosionsfähiger Atmosphäre eingesetzt werden sollen und eigene Zündquellen aufweisen.

- Sie gilt für das Inverkehrbringen von Geräten und Schutzsystemen in den Europäischen Wirtschaftsraum und innerhalb des Europäischen Wirtschaftsraumes.
- Sie betrifft sowohl elektrische als auch nichtelektrische Geräte, wenn sie eine eigene potentielle Zündquelle aufweisen.

Verantwortung auf beiden Seiten

Wird eine Anlage für Ex-Schutz-Bereiche hergestellt, müssen Anlagenbauer und Komponenten-Lieferanten eng zusammen arbeiten, damit Kategorie und Ex-Schutzzone richtig gewählt sind.

Explosionsschutzdokument vom Anlagenbauer	Festo/Gerätelieferant
Beurteilung der Anlage Richtlinie 1999/92/EG 	Beurteilung der Geräte Richtlinie 2014/34/EU 
Ergebnis: • Zoneneinteilung • Temperaturklassen • Explosionsgruppen • Umgebungstemperatur	Ergebnis: • Gerätekategorien • Temperaturklassen • Explosionsgruppen • Umgebungstemperatur
Zone	Kategorie

Ex-Schutzklassen		Häufigkeit	Gerätegruppe	Gerätekategorie	Einsatzgebiet
Zone Gas	Zone Staub				
–	–	–	I	M M1 M2	Mine (Bergbau)
–	–	Ständig, häufig, langfristig	II	–	Alle nicht Bergbauanwendungsgebiete
0	–		II	1G	Gase, Nebel, Dämpfe
–	20	Gelegentlich	II	1D	Stäube
1	–		II	2G	Gase, Nebel, Dämpfe
–	21	Selten, kurzer Zeitraum im Fehlerfall	II	2D	Stäube
2	–		II	3G	Gase, Nebel, Dämpfe
–	22		II	3D	Stäube

Pneumatik und Explosionsschutz – ATEX

ATEX bei Festo?

Zulassungspflichtige Produkte

→ www.festo.com/atex

Nicht zulassungspflichtige Produkte

Zulassungspflichtige Produkte sind diejenigen, die eine eigene potentielle Zündgefahr besitzen. Sie werden mit der CE-Kennzeichnung und dem Explosionsschutz-Hexagon versehen, eine Betriebsanleitung und die EU-Konformitätserklärung sind bereitgestellt.

FESTO

4639000
2016-04-20

Service unit combination
MSB4-...-B2(-B3)(-D2)(-D3)(-D5)(-D6)-...
MSB6-...-B2(-B3)(-D2)(-D3)(-D5)(-D6)-...
2014/35/EU
EN 50178:1997
EN 61204-7:2006/A11:2009
DIN VDE 0580:2011

Soft start valve
MS4-DE-...-EX2 (MSEB-3-24VDC-EX)
MS6-DE-...-EX2 (MSEB-3-24VDC-EX)
2014/34/EU
EN 60079-15:2010
EN 60079-31:2014

On/off valve
MS4-EE-...-EX2 (MSEB-3-24VDC-EX)
MS6-EE-...-EX2 (MSEB-3-24VDC-EX)
2014/34/EU
EN 60079-15:2010
EN 60079-31:2014

Service unit combination
MSB4-...-EX2 (MSEB-3-24VDC-EX)
MSB6-...-EX2 (MSEB-3-24VDC-EX)
2014/34/EU
EN 60079-15:2010
EN 60079-31:2014

 II 3G Ex nA IIC T4 X Gc
II 3D Ex tc IIIC T105°C X Dc IP65

Festo AG & Co. KG · Rulter Strasse 82 · 73734 Esslingen · Germany · www.festo.com 3 (3)

Nicht zulassungspflichtig sind Produkte, die keine eigenen potentiellen Zündquellen aufweisen. Unter Beachtung unserer Hersteller-Angaben können diese Produkte in bestimmten Ex-Zonen eingesetzt werden:

- Pneumatisches Zubehör
- Schläuche
- Verschraubungen
- Pneumatische Anschlussplatten
- Strom- und Sperrventile
- Nicht elektrische Wartungsgeräte
- Mechanisches Zubehör.

Das Produktprogramm von Festo für den Ex-Schutz umfasst Produkte für die Gerätegruppe II



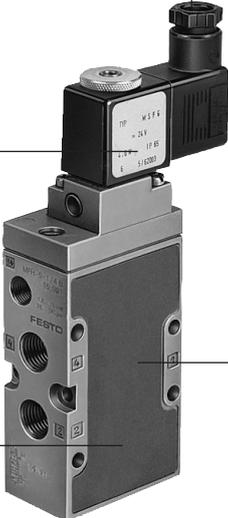
Nach der Richtlinie 2014/34/EU sind bei Ventilen sowohl Magnetspule als auch das Arbeitsventil zulassungspflichtig. Bei Festo erhalten beide ein getrenntes Typenschild, so dass Sie auf einen Blick erkennen können, wo das Ventil eingesetzt werden darf.

Wichtig: Das Gerät mit der schwächsten Gerätegruppe bestimmt die Kategorie der Baugruppe.

FESTO

D-73734 Esslingen
MSFW-24-50/60-EX
536932
24VAC 50/60Hz

 II 3G
 II 3D
Ex nA IIC T4 X Gc
Ex tc IIIC T130°C X Dc IP65



Stecker =
nicht zulassungspflichtig,
muss definierten Anforderungen genügen

Magnetspule =
elektrisches Gerät

Nicht elektrischer
Teil des Magnetventils (Arbeitsventil) muss zugelassen werden

In diesem Beispiel ergibt sich für die Baugruppe: II 3G T4

 **Hinweis**

Die zulässigen technischen Katalogdaten der genannten Geräte sowie die Warn- und Sicherheitshinweise in der bereitgestellten Spezialdokumentation (auch Kurz- Bedienungsanleitung; ggf. Gerätebrief) müssen beachtet werden.

EU bzw. EG Richtlinien/Zulassungen

EU bzw. EG Richtlinien (CE-Zeichen)



Festo SE & Co. KG hält prinzipiell die geltenden Regelwerke ein. Alle Informationen basieren auf dem heutigen Wissensstand und unterliegen Änderungen. Wir verfolgen aufmerksam die Änderungen/Ergänzungen dieser Regelwerke und werden die Produkte dementsprechend ausführen.

Damit ist gewährleistet, dass Produkte der Festo SE & Co. KG immer den geltenden Anforderungen entsprechen.

Die meisten pneumatischen Produkte unterliegen keiner EG-Richtlinie und dürfen folglich nicht mit der CE-Kennzeichnung versehen werden. Produkte des Verkaufsprogrammes der Festo SE & Co. KG, die mit der CE-Kennzeichnung versehen sind, unterliegen - Stand heute - in Europa einer oder mehrerer der folgenden sechs EU bzw. EG Richtlinien.

1. EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG, einschließlich Änderungsrichtlinien: 2006/42/EC:2007-03-16 und 2009/127/EC:2009-10-21

Pneumatikprodukte der Festo SE & Co. KG werden entsprechend der Norm für pneumatische Anlagen nach ISO 4414 "Fluidtechnik – Allgemeine Regeln und sicherheitstechnische Anforderungen an Pneumatikanlagen und deren Bauteile" konzipiert. Unsere Pneumatikprodukte fallen nicht in den Anwendungsbereich der Maschinenrichtlinie.

Sie sind deshalb auch nicht mit der CE-Kennzeichnung nach Maschinenrichtlinie zu versehen. Ausnahmen bilden Sicherheitsbauteile. Seit 29.12.2009 fallen auch unvollständige Maschinen unter den Anwendungsbereich der Maschinenrichtlinie. Dies sind z.B. Handhabungssysteme, die zum Einbau in Maschinen gedacht sind. Unvollständige Maschinen werden nicht mit der CE-Kennzeichnung versehen. Statt einer Konformitätserklärung wird eine Einbauerklärung zur Verfügung gestellt.

2. EU-Richtlinie Elektromagnetische Verträglichkeit (2014/30/EU) einschließlich Änderungsrichtlinien.

Die Richtlinie ist bei unseren elektronischen und elektronisch-pneumatischen Produkten anzuwenden. Die entsprechenden Produkte sind CE-gekennzeichnet und die entsprechende Konformitätserklärung steht zur Verfügung. Dies bedeutet für Sie, dass diese Geräte mit den grundlegenden Anforderungen in Industriegebieten übereinstimmen und dies gewährleisten. Es besteht eine Nutzungsbeschränkung der Geräte in Wohngebieten, sofern keine weiteren Maßnahmen getroffen sind, die eine Übereinstimmung mit den grundlegenden Anforderungen der Richtlinie für Wohngebiete gewährleisten!

Nicht betroffen von der EMV-Richtlinie sind Magnetspulen.

3. EU-Niederspannungsrichtlinie (2014/35/EU) einschließlich Änderungsrichtlinien.

Elektrische und elektronische Produkte von Festo, welche bestimmungsgemäß zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen (50 ... 1000 V AC und 75 ... 1500 V DC) gedacht sind, sind mit der CE-Kennzeichnung versehen. Die entsprechenden Konformitätserklärungen stehen zur Verfügung.

4. EU-Richtlinie Einfache Druckbehälter (2014/29/EU), einschließlich Änderungsrichtlinien.

Die von der Festo SE & Co. KG angebotenen einfachen Druckbehälter aus unlegiertem Qualitätsstahl entsprechen den Anforderungen dieser Richtlinie. Ab einem bestimmten Volumen sind diese Druckluftspeicher CE-kennzeichnungspflichtig.

Diese Produkte sind CE-gekennzeichnet. Die Konformitätserklärung ist verfügbar.

5. EU-Richtlinie Druckgeräte (2014/68/EU), einschließlich Änderungsrichtlinien.

Die von der Festo SE & Co. KG angebotenen Druckgeräte entsprechen den Anforderungen dieser Richtlinie. Ab einem bestimmten Druck-Volumen-Produkt bzw. Druck-Durchmesser-Produkt sind diese CE-kennzeichnungspflichtig.

Diese Produkte sind CE-gekennzeichnet. Die Konformitätserklärung ist verfügbar.

Druckbehälter aus Edelstahl unterliegen nicht der Richtlinie für einfache Druckbehälter sondern der Druckgeräte Richtlinie.

6. EU-Richtlinie für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen - ATEX (2014/34/EU).

Die von der Festo SE & Co. KG angebotenen Produkte, die für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen vorgesehen sind und eigene potentielle Zündgefahren besitzen, entsprechen den Anforderungen dieser Richtlinie. Produkte, die unter diese Richtlinie fallen, sind entsprechend mit der CE-Kennzeichnung versehen und entsprechend der Richtlinie gekennzeichnet. Die jeweilige Konformitätserklärung sowie die Betriebsanleitung stehen zur Verfügung.

Produktkennzeichnungen

	Siehe oben		UL Zertifizierung für den Einsatz in Canada und USA. Recognized Product, das zum Einbau gedacht ist z.B. MPA-S Ventilinsel.
	Nach EU-Richtlinie 2014/34/EU (ATEX) Zusätzliche Kennzeichnung für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeter Atmosphäre		UL Zertifizierung für den Einsatz in Canada und USA. Listed Product, ist ein verwendungsfertiges Gerät, z.B. Endschalter mit Kabel und Stecker.
			CSA Zertifizierung für Canada und USA.

Design – Reinraumtauglichkeit

Designpreise

Regelmäßig stehen Festo Produkte auf dem Siegertreppchen namhafter Designwettbewerbe. Design ist nicht nur "gefällig und hübsch", sondern unterstreicht und symbolisiert den technologischen Vorsprung und den langjährigen Wert der Festo Produkte.



reddot

Reinraumtauglichkeit

→ www.festo.com/de/reinraum

Kostengünstige Serie für den Reinraum der Klasse 7

Bei Festo ersetzt kostengünstige Standard Pneumatik aufwendige Sonderkonstruktionen, denn der definierte Qualitätsbegriff trifft auf nahezu sämtliche Serien-Produkte zu. Sie können in einem Reinraum der ISO Klasse 14644-1 Klasse 7 eingesetzt werden.

Seriennahe Produkte für Reinraum bis Klasse 4

Härtere Anforderungen und dennoch eine optimale Kosten-Nutzen-Relation. Klasse 4 heißt bei Festo ebenfalls Standard-Produkt - mit einer Einschränkung: nicht auf Lager. Dennoch sind sie innerhalb kürzester Zeit bei Ihnen.

Individualität nach Maß

Soll es bis Klasse 1 gehen, werden die Produkte nach Ihren speziellen Anforderungen gefertigt - und sind anschließend immer wieder verfügbar, da Festo diese anwendungsoptimierten Lösungen in die seriennahe Produktion einreicht.

Sicherheit bei höchsten Anforderungen

Um die hohen Anforderungen an Reinraum-Produkte erfüllen zu können, arbeitet Festo mit dem Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) und der renommierten Polytechnischen Hochschule Nanyang in Singapur zusammen. Ein extra dafür geschaffenes Competence Center für Cleanroom Technology bei Festo Singapur bietet die notwendige Infrastruktur zur Produktion von Reinraum-Pneumatik.

Lackbenetzungsstörende Substanzen

LABS-Definition

	LA	B	S
Lack			
benetzungsstörende			
Substanzen			

Unter LABS versteht man Substanzen, die beim Lackieren von Oberflächen Krater (punktuelle, trichterförmige Vertiefungen) in der Lack-schicht verursachen. Silikone, fluorhaltige Stoffe, bestimmte Öle und Fette können derartige Bestandteile enthalten. Elemente, die in der Automobilindustrie und speziell in Lackieranlagen zum Einsatz kommen, dürfen keine lackbenetzungsstörende Substanzen an die Umwelt abgeben.

Um Lackfehler durch lackbenetzungsstörende Substanzen in der Produktion zu vermeiden, galten bei Automobilherstellern bislang eigene Prüfvorschriften und Standards. Mit dem VDMA Einheitsblatt 24364 liegt ein unternehmensübergreifendes Regelwerk vor, das Anforderun-

gen für die Prüfung, Klassifikation und Kennzeichnung beschreibt und dem sich Festo mit einer entsprechenden Klassifizierung seiner Produkte anschließt.

Um je nach Einsatzbereich lackbenetzungsstörende Substanzen zu begrenzen oder auszuschließen, wurden anwendungsspezifische Prüfkriterien von Experten aus der Industrie in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IPA und der VDMA-Fachabteilung Oberflächentechnik erarbeitet. Entscheidend ist demnach, wo ein Produkt eingesetzt wird und ob es mit Lack, Lösemittel oder zu lackierenden Oberflächen in Berührung kommt.

Definition Zonen

Zonen definieren Bereiche gleicher LABS-Relevanz im lackverarbeitenden Betrieb.

Für die Beurteilung der LABS-Relevanz und damit der Prüfanforderungen an Produkte nach ihrem bestimmungsgemäßen Einsatz im lackverarbeitenden Betrieb kann die folgende Zoneneinteilung herangezogen werden.

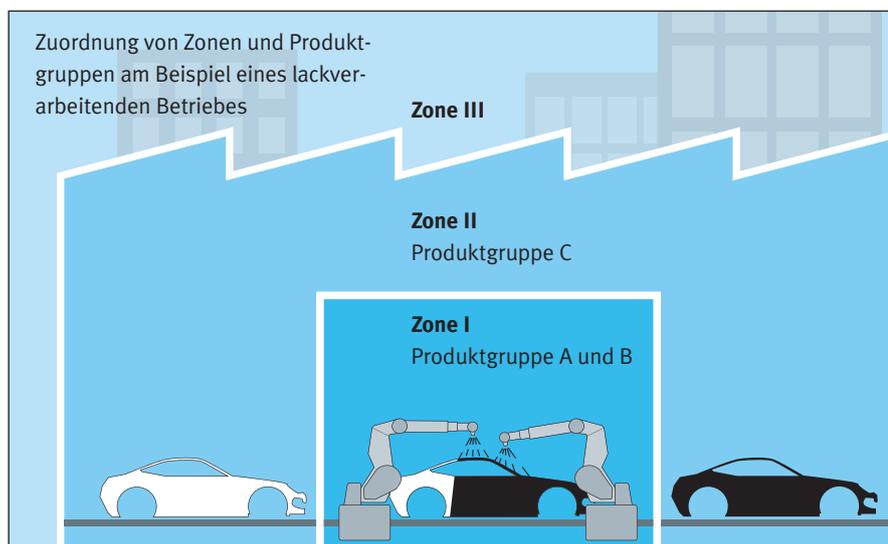
Zone	Beschreibung	LABS-Relevanz ¹⁾
I	Umfasst alle Bereiche der Vorbehandlung, Lackapplikation und Trocknung, sowie medienbeaufschlagte Oberflächen (z.B. Lack- und Druckluftversorgung)	hoch
II	Liegt innerhalb des lackverarbeitenden Produktionsbereiches, jedoch außerhalb von Zone I	mittel
III	Befindet sich innerhalb des Betriebes, jedoch außerhalb des lackverarbeitenden Produktionsbereiches	keine

1) Die Zuordnung einer Produktgruppe zu einer Zone ist bei stationären Produkten in der Regel möglich, sollte jedoch im Einzelfall überprüft werden. Bei mobilen Produkten ist zu berücksichtigen, dass diese prinzipiell in verschiedenen Zonen zum Einsatz kommen können.

Zuordnung von Produktgruppen zu Zonen

Die Produktgruppe lässt sich anhand der Produktverwendung und der Zonenzuordnung auswählen.

Sie stellt den Anwendungsbezug zur LABS-Prüfung her und bildet damit die Grundlage für die Auswahl der Prüfklasse. Die Produktgruppen S und T sind keiner Zone zuordenbar.



Lackbenetzungsstörende Substanzen und Medienbeständigkeit

Beschreibung der Produktgruppen

Produktgruppe ¹⁾	Beschreibung
A	Produkte mit direktem Kontakt zu Lack oder Lösemittel, u.a. Sauggreifer zum Anheben von Karosserieteilen vor der Lackierung.
B	Produkte mit indirektem Kontakt zu Lack oder Lösemittel, u.a. druckluftführende Komponenten (z.B. Luftfilter).
C	Produkte, die nicht in A und B einzuordnen sind, u.a. die gesamte Steuerung des Lackierprozesses, luftführende lufttechnische Komponenten (z.B. Luftfilter, Brandschutzklappen) sowie sonstige luftführende Produkte.

1) Produktgruppen S und T siehe VDMA-Einheitsblatt 24364

Neue Klassifizierung nach VDMA 24364

Festo klassifiziert seine Produkte nach VDMA 24364 – anwendungsge- recht und nach ihrem bestimmungsgemäßen Einsatz.

Eine detaillierte Klassifizierung nach VDMA 24364 wird in den Techni- schen Daten bereitgestellt.

Medienbeständigkeitsdatenbank → www.festo.com/medienbestaendigkeit

Es ist bekannt, dass die Beständigkeit von Werkstoffen von vielen Para- metern wie Konzentration des Kontaktmediums, Temperatur, Druck, Dauer des Kontaktes, Hubgeschwindigkeit und Schaltfrequenz, Oberflä- chengüte bei Reibpartnern, Strömungsgeschwindigkeit und Beanspru- chung sowie Alterung abhängt.

Dies gilt insbesondere für die Verträglichkeit von Elastomeren mit spe- ziellen chemischen Verbindungen.

Die Beständigkeitsdatenbank von Festo soll Ihnen den geeigneten Werkstoff und seine Beständigkeit gegenüber chemischen Substanzen anzeigen.

Die darin enthaltenen Angaben basieren auf Laborversuchen von Roh- stoffherstellern, Werkstofftabellen von Halbzeug- und Dichtungsliefe- ranten, sowie Erfahrungen aus der Praxis.

Die Auswertung der Informationen und die Erstellung der Tabellen er- folgte nach bestem Wissen. Trotz aller Sorgfalt soll der Inhalt dieser Datenbank nur als Richtlinie verstanden werden, um Ihnen eine Orien- tierungshilfe für die Praxis zu bieten.

An dieser Stelle sei deshalb ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Empfehlungen in dieser Beständigkeitsdatenbank weder garantiert wer- den können, noch ein Garantieanspruch davon abgeleitet werden kann. Wenn möglich, unter allen Umständen jedoch in Zweifelsfällen, ist es ratsam, einen Praxistest mit dem gewünschten Produkt unter Original- Einsatzbedingungen durchzuführen.

The screenshot shows the 'Media resistance' section of the Festo website. It includes a search bar, a navigation menu, and a table of results for various materials under different conditions of acetic acid concentration and temperature. A key explains the symbols used in the table: '+' for resistant, 'o' for conditionally resistant, '-' for not resistant, and 'blank' for no specification.

Acetic acid(CH ₃ COOH) Concentration 80%, Temperature 40°C										
PUN-H	PUN	PLN	PAN	PEN	PFAN	PAN- MF	PAN- VO	PAN-R	PUN- VO	PTFEN
-	-	+	-	o	+	-	o	-	-	+

Acetic acid(CH ₃ COOH) Concentration 10%, Temperature 20°C										
PUN-H	PUN	PLN	PAN	PEN	PFAN	PAN- MF	PAN- VO	PAN-R	PUN- VO	PTFEN
+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	+

Acetic acid(CH ₃ COOH) Concentration 28%, Temperature 40°C										
PUN-H	PUN	PLN	PAN	PEN	PFAN	PAN- MF	PAN- VO	PAN-R	PUN- VO	PTFEN
+	-	+	-	+	+	-	o	-	+	+

Acetic acid(CH ₃ COOH) Concentration 100%, Temperature 20°C										
PUN-H	PUN	PLN	PAN	PEN	PFAN	PAN- MF	PAN- VO	PAN-R	PUN- VO	PTFEN
-	-	+	-	o	+	-	o	-	-	+

Acetic acid (glacial)(CH ₃ COOH) Concentration 100%, Temperature 20°C										
PUN-H	PUN	PLN	PAN	PEN	PFAN	PAN- MF	PAN- VO	PAN-R	PUN- VO	PTFEN
-	-	+	-	o	+	-	o	-	-	+

Korrosionsbeständigkeitsklassen KBK

Korrosionsbeständigkeitsklasse KBK nach Festo Norm FN 940070		
KBK	Korrosionsbeanspruchung	Beschreibung
0	Keine Korrosionsbeanspruchung	Gilt für kleine, optisch nicht relevante Normteile, wie Gewindestifte, Seegerringe, Spannhülsen etc., die üblicherweise nur in der Ausführung phosphatiert oder brüniert (ggf. eingeölt) am Markt angeboten werden, sowie für Kugellager (für Bauteile < KBK3) und Gleitlager.
1	Niedrige Korrosionsbeanspruchung	Trockene Innenraumanwendung bzw. Transport und Lagerschutz. Gilt auch für Teile hinter Abdeckungen, im nicht sichtbaren Innenbereich, oder Teile die im Anwendungsfall abgedeckt sind (z. B. Antriebszapfen).
2	Mäßige Korrosionsbeanspruchung	Innenraumanwendung bei der Kondensation auftreten darf. Außenliegende sichtbare Teile mit vorrangig dekorativer Anforderung an die Oberfläche, die in direktem Kontakt zur umgebenden industrieeüblichen Atmosphäre stehen.
3	Starke Korrosionsbeanspruchung	Freibewitterung unter gemäßigten korrosiven Bedingungen. Außenliegende sichtbare Teile im direkten Kontakt zur umgebenden industrieeüblichen Atmosphäre mit vorrangig funktioneller Anforderung an die Oberfläche.
4	Besonders starke Korrosionsbeanspruchung	Freibewitterung unter schweren korrosiven Bedingungen. Teile im Bereich aggressiver Medien, z. B. Lebensmittel- oder chemische Industrie. Diese Anwendungen sind ggf. durch Sonderprüfungen (→ auch FN 940082) mit entsprechenden Medien abzusichern.

Schutzarten nach IEC/EN 60529

Schutz von elektrischen Betriebsmitteln

Der Begriff „IP-Schutzart“ (International Protection) ist durch IEC/EN 60529 „Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)“ und DIN 40050 „IP-Schutzarten“ (Norm für die elektrische Ausrüstung von Straßenfahrzeugen) definiert. Die Normen beschreiben die Einteilung von Schutzarten durch Gehäuse für elektrische Betriebsmittel mit Bemessungsspannungen nicht über 72,5 kV. Sie legen Folgendes fest:

- Schutz von Personen gegen Berühren unter Spannung stehender oder sich bewegender Teile innerhalb der Gehäuse (Berührungsschutz).

- Schutz des Betriebsmittels innerhalb des Gehäuses gegen Eindringen von festen Fremdkörpern, einschließlich Staub (Fremdkörperschutz).
- Schutz des Betriebsmittels innerhalb des Gehäuses gegen schädliche Einwirkung durch das Eindringen von Wasser (Wasserschutz).

Der IP-Code nach IEC/EN 60529

Die Schutzart durch ein Gehäuse wird anhand genormter Prüfverfahren nachgewiesen. Zur Klassifizierung dieser Schutzart wird der IP-Code verwendet.

Dieser setzt sich aus den beiden Buchstaben IP und einer zweistelligen Kennziffer zusammen. Die Definition der beiden Ziffern erläutert die nachfolgende Tabelle → Seite 27.

Bedeutung der Kennziffer 1:

Die Kennziffer 1 bewertet zum einen den Schutz von Personen. Sie gibt an, in welchem Grad Personen vor dem Berühren gefährlicher Teile durch das Gehäuse abgehalten werden. Das Gehäuse verhindert oder begrenzt demnach ein Eindringen von Körperteilen oder von Gegenständen, die von einer Person gehalten werden. Zum anderen gibt die Kennziffer 1 an, inwieweit das Betriebsmittel vor dem Eindringen von festen Fremdkörpern geschützt ist.

Bedeutung der Kennziffer 2:

Die Kennziffer 2 bezieht sich auf den Schutz des Betriebsmittels. Sie bewertet die Schutzart des Gehäuses im Hinblick auf schädliche Einflüsse auf das Betriebsmittel auf Grund des Eindringens von Wasser in das Gehäuse.



Hinweis

Üblicherweise werden in der Nahrungsmittelindustrie Bauteile mit der IP-Schutzart 65 (staubdicht und strahlwassergeschützt) oder IP67 (staubdicht und sicher bei zeitweiligem Untertauchen) eingesetzt. Der Einsatz von IP65 oder IP67 ist von der speziellen Anwendung abhängig, da für beide recht unterschiedliche Testkriterien gelten. IP67 ist nicht unbedingt besser als IP65. Ein Bauteil, das IP67-Kriterien erfüllt, genügt daher nicht automatisch auch den Kriterien für IP65.

Schutzarten nach IEC/EN 60529

IP-Code

IP 6 5

Code-Buchstaben	
IP	International Protection

Kennziffer 1	Kurzbeschreibung	Definition
0	Nicht geschützt	–
1	Geschützt gegen feste Fremdkörper, 50 mm und größer	Die Objektsonde, eine Kugel mit 50 mm Durchmesser, darf nicht voll eindringen.
2	Geschützt gegen feste Fremdkörper, 12,5 mm und größer	Die Objektsonde, eine Kugel mit 12,5 mm Durchmesser, darf nicht voll eindringen.
3	Geschützt gegen feste Fremdkörper, 2,5 mm und größer	Die Objektsonde, eine Kugel mit 2,5 mm Durchmesser, darf überhaupt nicht eindringen.
4	Geschützt gegen feste Fremdkörper, 1,0 mm und größer	Die Objektsonde, eine Kugel mit 1 mm Durchmesser, darf überhaupt nicht eindringen.
5	Staubgeschützt	Das Eindringen von Staub wird nicht vollständig verhindert. Der Staub darf nicht in einer solchen Menge eindringen, dass das zufrieden stellende Arbeiten des Gerätes oder die Sicherheit beeinträchtigt wird.
6	Staubdicht	Kein Eindringen von Staub

Kennziffer 2	Kurzbeschreibung	Definition
0	Nicht geschützt	–
1	Geschützt gegen Tropfwasser	Senkrecht fallende Tropfen dürfen keine schädliche Wirkung haben.
2	Geschützt gegen Tropfwasser	Senkrecht fallende Tropfen dürfen keine schädliche Wirkung haben, wenn das Gehäuse bis zu 15° beidseitig der Senkrechten geneigt ist.
3	Geschützt gegen Sprühwasser	Wasser, das in einem Winkel bis zu 60° beidseitig der Senkrechten gesprüht wird, darf keine schädliche Wirkung haben.
4	Geschützt gegen Spritzwasser	Wasser, das aus jeder Richtung gegen das Gehäuse gespritzt wird, darf keine schädliche Wirkung haben.
5	Geschützt gegen Strahlwasser	Wasser, das aus jeder Richtung als Strahl gegen das Gehäuse gerichtet ist, darf keine schädliche Wirkung haben.
6	Geschützt gegen starkes Strahlwasser	Wasser, das aus jeder Richtung als starker Strahl gegen das Gehäuse gerichtet ist, darf keine schädliche Wirkung haben.
7	Geschützt gegen die Wirkung beim zeitweiligen Untertauchen in Wasser	Wasser darf nicht in einer Menge eindringen, die schädliche Wirkung verursacht, wenn das Gehäuse unter genormten Druck- und Zeitbedingungen zeitweilig in Wasser untergetaucht ist.
8	Geschützt gegen die Wirkung beim dauernden Untertauchen in Wasser	Wasser darf nicht in einer Menge eindringen, die schädliche Wirkung verursacht, wenn das Gehäuse dauernd unter Wasser getaucht ist. Die Bedingungen müssen zwischen Hersteller und Anwender vereinbart werden. Die Bedingungen jedoch müssen schwieriger sein als Ziffer 7.
9K	Geschützt gegen Wasser bei Hochdruck- und Dampfstrahlreinigung	Wasser, das aus jeder Richtung unter stark erhöhtem Druck gegen das Gehäuse gerichtet ist, darf keine schädliche Wirkung haben.

Funktionserde – Schutzerde – PELV

Konzepte zur Sicherstellung des Schutzes gegen elektrischen Schlag nach IEC 60364-4-41/VDE 0100 Teil 410

Definitionen

Mit dem Schutz gegen elektrischen Schlag ist der Schutz gegen indirektes und direktes Berühren gemeint.

Unter dem Schutz gegen direktes Berühren ist zu verstehen, dass im Normalbetrieb nicht isolierte spannungsführende Teile (aktive Teile) gegen ungewolltes Berühren gesichert werden.

Unter dem Schutz gegen indirektes Berühren ist zu verstehen, dass im Fall eines Isolationsfehlers zwischen aktiven Teilen und Körpern bzw.

Gehäusen keine unzulässig hohen Berührungsspannungen auftreten können bzw. diese umgehend abgeschaltet werden.

Die drei bekanntesten und meist verbreiteten Konzepte zur Sicherstellung des Schutzes gegen elektrischen Schlag werden in der Fachliteratur und Normenwerk auch mit Schutzklasse I bis III bezeichnet.

Schutzklasse I – Schutzleiter

Bei elektrischen Betriebsmitteln der Schutzklasse I wird der Schutz gegen direktes Berühren durch die Basisisolierung sichergestellt. Der Schutz gegen indirektes Berühren erfolgt durch die umgehende Abschaltung der Fehlerspannung. Diese Abschaltung wird durch die Kontaktierung des Schutzleiters am Gehäuse des Betriebsmittels mit der Schutzerde sichergestellt.

Kommt es in dem Betriebsmittel zu einem Isolationsfehler, so fließt der Fehlerstrom über das Schutzleitersystem gegen Erdpotential ab und löst so das vorgeschaltete Sicherungselement (z. B. Fehlerstromschutzschalter bzw. Leitungsschutzschalter) aus.

Geräte der Schutzklasse I sind Leuchten, Weißgeräte (Waschmaschinen, Trockner usw.) und Industriemaschinen. Kennzeichnung:

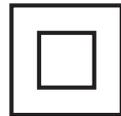


Schutzklasse II – Schutzisolierung

Bei Geräten der Schutzklasse II beruht der Schutz gegen direktes und indirektes Berühren auf der verbesserten Gehäuseisolierung. Die Gehäuseisolierung ist verstärkt bzw. doppelt ausgeführt, sodass es weder im Fehlerfall noch im Betriebsfall möglich ist, mit unzulässig hohen Berührungsspannungen in Kontakt zu kommen.

Geräte der Schutzklasse II dürfen nicht mit dem Schutzleitersystem verbunden werden, daher fehlt diesen Geräten auch der Schutzkontakt am Stecker.

Geräte der Schutzklasse II sind z.B. HiFi-Komponenten, Elektrowerkzeuge, Haushaltsgeräte und mit dem folgenden Symbol gekennzeichnet:



Schutzklasse III – Schutzkleinspannung

Bei Geräten der Schutzklasse III wird der Schutz gegen direktes und indirektes Berühren sowohl durch eine ausreichend hohe IP-Schutzart (Schutz gegen direktes Berühren aktiver Teile) sowie die elektrische Versorgung der Komponente durch Schutzkleinspannung mit sicherer Trennung – PELV „Protective Extra Low Voltage“ oder SELV „Safety Extra Low Voltage“ (Schutz gegen indirektes Berühren im Fehlerfall) sichergestellt.

Geräte der Schutzklasse III sind häufig (keine Pflichtkennzeichnung) mit dem folgenden Symbol gekennzeichnet:



Funktionserde – Schutzerde – PELV

Schutzmaßnahme speziell bei Elementen von Festo

Schutzklasse III

Nach heutigem Kenntnisstand sind alle mit 24 V DC versorgten Ventilinseln (z.B. CPV, MPA), Positionierkontroller (z.B. SPC), Sensoren (Näherungsschalter, Druckschalter, Drucksensoren) und Proportionalventile von Festo als Geräte der Schutzklasse III einzuordnen.

Das heißt: der Schutz gegen direktes und indirektes Berühren erfolgt bei den 24 V DC-Komponenten von Festo sowohl durch eine ausreichend hohe IP-Schutzart sowie die elektrische Versorgung der Komponente durch Schutzkleinspannung: PELV „Protective Extra Low Voltage“. Durch die Verwendung einer PELV-Versorgung wird sichergestellt, dass es aufgrund der hohen Durchschlagsfestigkeit (4 kV) von der Primär- auf die Sekundärseite zu keinen unzulässig hohen Berührungsspannungen im Fehlerfall kommen kann.

Warum verwendet Festo die Schutzklasse III?

Aufgrund der zunehmend kompakteren Bauformen moderner Automatisierungskomponenten ist die Schutzmaßnahme I hinsichtlich des Bauvolumens nicht mehr die optimale Lösung, weil Mindestabstände bei den Luft- und Kriechstrecken durch die Normen vorgegeben werden und somit eine weitere Volumenminimierung der Komponenten nicht möglich ist.

Was hat der Kunde bei der Installation von Geräten der Schutzklasse III zu beachten?

Zur elektrischen Versorgung der Geräte dürfen nur PELV-Stromkreise nach IEC/EN 60204-1 verwendet werden. Die allgemeinen Anforderungen an PELV-Stromkreise gemäß der IEC/EN 60204-1 müssen berücksichtigt werden. Stromquellen sind zulässig, wenn sie eine sichere elektrische Trennung der Betriebsspannung nach IEC/EN 60204-1 gewährleisten.

Der Erdungsanschluss hat somit nicht die Funktion der Schutzerde, sondern die Funktion der Funktionserde FE (Ableitung von elektromagnetischen Störungen) und muss auf jeden Fall kontaktiert werden.



Aufgrund dieser Tatsache ist heute die Schutzmaßnahme III (kein Schutzleiter, der Schutz gegen elektrischen Schlag erfolgt durch Schutzkleinspannung) bei modernen Automatisierungskomponenten Stand der Technik.

Die Erdungsanschlüsse an den Komponenten, sofern vorhanden, dienen der Ableitung von elektromagnetischen Störungen, dem Potentialausgleich und somit zur Sicherstellung der Funktion. Sie sind niederohmig (kurze Leitungen mit großem Querschnitt) mit dem Erdpotential zu verbinden.

Funkenlöschung

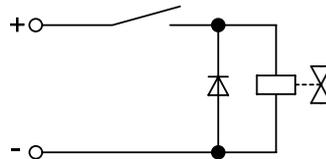
Funkenlöschung bei Schaltkontakten in Stromkreisen mit Magnetspulen

Durch die Induktivität der Magnetspulen wird in eingeschaltetem Zustand des Stromkreises elektromagnetische Energie gespeichert, die beim Abschalten abgebaut wird. Je nach Art des verwendeten Schalters wird diese Energie entweder in eine Spannungsspitze (Abschaltüberspannung) umgeformt, die zu Durchschlägen in der Isolierung führen

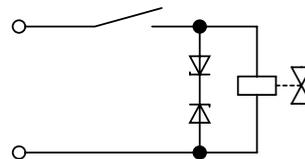
kann, oder sie wirkt sich in einem Lichtbogen aus, der Kontaktabbrand (Materialwanderung) verursachen kann. Durch Verwendung verschiedenartiger Bauelemente können diese Erscheinungen vermieden werden, indem die elektromagnetische Energie langsam und stetig abgebaut wird.

Elektronische Lichtbogen-Löschmittel

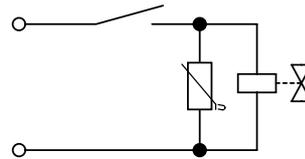
Wenn in Gleichstromkreisen die Polarität eindeutig festliegt, kann eine einfache Diode angewendet werden, die parallel zur Spule geschaltet wird. Zu berücksichtigen ist dabei eine wesentliche Vergrößerung der Ausschaltzeit der Magnetspule.



Besser geeignet sind zwei gegensinnig gepolte und parallel zur Spule geschaltete Zenerdioden, die bei Gleich- und Wechselstrom eingesetzt werden können. Die Ausschaltverzögerung wird vermieden, jedoch müssen bei Spannungen über 150V mehrere Zenerdioden in Reihe geschaltet werden.



Ideale Elemente zur Dämpfung der Abschaltüberspannung sind Varistoren, deren Verluststrom erst bei Überschreitung der Nennspannung ansteigt. Sie sind für Gleich- und Wechselstrom geeignet.



100% Einschaltdauer ED

Innerhalb der DIN VDE 0580 umfasst die 100% ED-Prüfung lediglich den elektrischen Teil der Magnetspule. Diese Prüfung wird bei Festo um den pneumatischen Teil erweitert.

Bei dieser Prüfung wird der Worst-Case-Fall abgeprüft. Diese Prüfung stellt eine Funktionsprüfung des Magneten dar. Wird der Magnet auch auf Ventilseln eingesetzt, so wird die 100% ED-Prüfung am Einzelgerät und an Geräten in Blockmontage durchgeführt.

Bedingungen

- Die Magnete werden mit der maximal zulässigen Spannung betrieben (Dauerbetrieb S1 nach DIN VDE 0580).
- Die Magnete befinden sich bei maximal zulässiger Umgebungstemperatur im Temperaturschrank (keine Konvektion).
- Die Magnete werden bei verschlossenen Arbeitsanschlüssen mit dem maximal zulässigen Betriebsdruck beaufschlagt.

Durchführung

Die Magnete werden bei den oben genannten Bedingungen mindestens 72 h betrieben. Nach Ablauf dieser Zeit werden folgende Prüfungen durchgeführt:

- Abfallstrommessung: Abfallverhalten bei Stromlosschaltung.
- Anzugsverhalten bei unmittelbar nachfolgender Bestromung mit der minimalen Betriebsspannung und mit dem für den Ankeranzug ungünstigsten Druckverhältnissen.
- Leckagemessungen.
- Nach Aufnahme der Ergebnisse wiederholt sich dieser Vorgang, bis die Prüflinge eine Gesamteinschaltdauer von mindestens 1000 h erreicht haben oder ein Abbruchkriterium erfüllt ist.
- Nach Ende der 100% ED-Prüfung werden die Dichtnippel optisch auf Beschädigungen überprüft.

Abbruchkriterium

Das Abfallverhalten, Anzugsverhalten oder die Leckage über- bzw. unterschreitet folgende Grenzwerte.

- Abfallstrom: > 1,0 mA
- Anzugsspannung: > UN+10%
- Leckage: > 10 l/h